

Khảo sát các thông số môi trường và tốc độ ăn mòn kim loại trong môi trường khí quyển tại Phan Thiết

Nguyễn Văn Sơn, Phạm Hồng Thạch, Phạm Thanh Hải, Nguyễn Trọng Cường*

Viện Nhiệt đới môi trường.

*Email: nguyencuongdbnd@gmail.com

Nhận bài: 19/9/2022; Hoàn thiện: 25/10/2022; Chấp nhận đăng: 12/12/2022; Xuất bản: 28/12/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.84.2022.80-85>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả xác định tốc độ sa lắng clorua, sa lắng SO_2 , các thông số về nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ ăn mòn thép cacbon, đồng, nhôm, kẽm ở khu vực ngoài trời và trong kho của đơn vị X đóng quân trên địa bàn TP. Phan Thiết. Kết quả cho thấy tốc độ sa lắng clorua và SO_2 ở khu vực ngoài trời và trong kho đều khá thấp. Tuy nhiên, thời gian lưu ẩm ở hai vị trí có sự khác nhau rõ rệt, đồng thời tốc độ ăn mòn kim loại cũng có nhiều khác biệt. Trên cơ sở số liệu thu được, có thể phân loại hoạt tính ăn mòn khí quyển của Phan Thiết theo tiêu chuẩn ISO 9223:2012. Theo tiêu chuẩn này, môi trường khí quyển Phan Thiết khu vực ngoài trời xếp vào nhóm S_1 về sa lắng clorua, nhóm P_1 về sa lắng SO_2 , nhóm T_4 về thời gian lưu ẩm. Dựa theo tiêu chuẩn 9226:2012 phân loại nhóm C_3 về tốc độ ăn mòn thép, nhóm C_5 về tốc độ ăn mòn đồng, nhóm C_4 về tốc độ ăn mòn nhôm, nhóm C_3 về tốc độ ăn mòn kẽm.

Từ khóa: Tốc độ sa lắng clorua; Tốc độ sa lắng SO_2 ; Thời gian lưu ẩm; Ăn mòn khí quyển.

1. MỞ ĐẦU

Ăn mòn kim loại trong môi trường khí quyển (gọi là ăn mòn khí quyển) là sự suy giảm các tính năng hoặc sự phá hủy vật liệu kim loại dưới tác động của các yếu tố môi trường khí quyển như nhiệt độ, độ ẩm, tạp chất khí quyển,... [1].

Việt Nam nằm trong khu vực có khí hậu nhiệt đới, tác động ăn mòn khí quyển rất lớn. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy, tốc độ ăn mòn kim loại ở nhiều khu vực trên cả nước ở mức trung bình và cao [2], đồng thời ảnh hưởng đến công tác bảo quản, bảo dưỡng các loại vũ khí trang bị kỹ thuật (VKTBKT) ở một số đơn vị đóng quân ven biển [3, 4]. Phan Thiết là thành phố ven biển, có nhiều đơn vị quân đội đóng quân, tuy nhiên vẫn chưa có nhiều nghiên cứu về môi trường khí quyển ở địa phương này. Việc khảo sát thông số môi trường khí quyển và tốc độ ăn mòn sẽ là cơ sở để nghiên cứu các giải pháp nhiệt đới hóa VKTBKT, nâng cao khả năng chiến đấu cho các đơn vị đóng quân trên địa bàn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm thực nghiệm

Địa điểm thực nghiệm ở khu vực ngoài trời và trong kho tại một đơn vị đóng quân tại Phan Thiết, cách khu dân cư đông đúc 2 km, cách bờ biển 1 km.

2.2. Phương pháp thu mẫu và chuẩn bị mẫu

Tốc độ sa lắng clo xác định bằng phương pháp nến ẩm (wet candle) chuẩn bị theo quy trình được mô tả trong ISO 9225: 2012 [5] và được chuẩn độ theo Tiêu chuẩn TCVN 6194:1996.

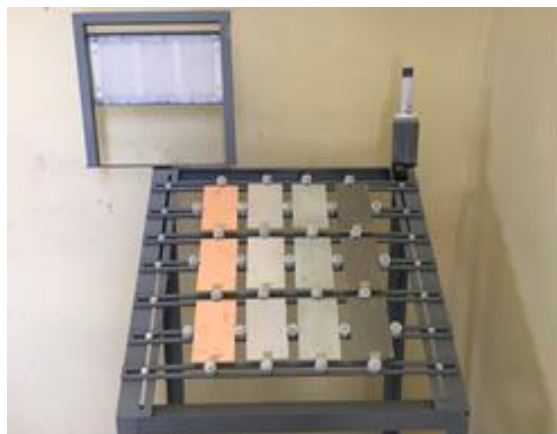
Tốc độ sa lắng SO_2 xác định bằng phương pháp sử dụng bề mặt có tính kiềm theo tiêu chuẩn ISO 9225:2012 và phân tích dung dịch thu được bằng phương pháp quang phổ UV-VIS SMEWW 4500 - SO42- E (2017).

Nhiệt độ, độ ẩm được đo bằng máy Horiba EC220-K, được cập nhật 10 phút 1 lần.

Tốc độ ăn mòn kim loại được xác định theo Tiêu chuẩn ISO 9226:2012 [6] với các kim loại sau:

- + Thép cacbon Q235: với hàm lượng Cu 0,03% - 0,10%, P < 0,07%.
- + Kẽm: hàm lượng $\geq 98,5\%$.
- + Đồng: hàm lượng $\geq 99,5\%$.
- + Nhôm: hàm lượng $\geq 99,5\%$.

Phương pháp phối mẫu theo quy định của tiêu chuẩn ISO 8565:2011 [7] và phương pháp xử lý mẫu theo Tiêu chuẩn ISO 8407:2009 [8].



Hình 1. Khung phơi mẫu kim loại và dụng cụ thu sa lắng clorua, sa lắng SO_2 .

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân mức độ ăn mòn khí quyển theo dữ liệu môi trường

3.1.1. Tốc độ sa lắng Cl⁻

Kết quả đo tốc độ sa lắng Cl⁻, tính trung bình theo tháng được trình bày theo bảng 1.

Bảng 1. Tốc độ sa lắng clorua tại đơn vị X ở Phan Thiết.

TT	Thời điểm	[Cl ⁻] trong kho (mg/m ² .ngày)	Phân mức	[Cl ⁻] ngoài trời (mg/m ² .ngày)	Phân mức
1	Tháng 1,2,3	0,68	S ₀	10,32	S ₁
2	Tháng 4	2,04	S ₀	6,13	S ₁
3	Tháng 5	3,30	S ₁	2,20	S ₀
4	Tháng 6	15,22	S ₁	2,83	S ₀
5	Tháng 7	4,90	S ₁	3,77	S ₁
	Trung bình	5,23	S₁	5,05	S₁

Theo bảng 1 nhận thấy tốc độ sa lắng Cl⁻ ở cả khu vực trong kho và ngoài trời đều rất thấp, trung bình chỉ đạt 5,05 mg/m².ngày đêm ở ngoài trời và 5,23 mg/m².ngày đêm ở trong kho. Kết quả này thấp hơn rất nhiều so với một số khu vực ven biển khác như Sơn Trà (60 mg/m².ngày đêm), Đồ Sơn (17,51 mg/m².ngày đêm), Nha Trang (15,64 mg/m².ngày đêm) của một số nghiên cứu trước đây [9-10].

Trong các tháng 5, 6, 7, tốc độ sa lắng Cl⁻ ở trong kho cao hơn ngoài trời. Điều này có thể giải thích: Khoảng cách từ khu vực phơi mẫu đến bờ biển ảnh hưởng rất nhiều đến tốc độ sa lắng clorua, thông thường khoảng cách từ 200 m trở đi có sự giảm đi rõ rệt. Ở đây, đơn vị cách xa bờ biển 1 km, hơn nữa từ bờ biển đi lên đơn vị đường khá dốc. Do vậy, tốc độ sa lắng ở đây rất thấp. Đối với trong kho, mỗi tuần đơn vị đều mở kho 2 ngày để tiến hành bảo quản các trang bị trong kho, đảm bảo có sự lưu thông không khí với bên ngoài. Sau khi kết thúc làm việc, lượng

clorua trong không khí ổn định. Trong khi đó, khu vực bên ngoài vào 3 tháng 5, 6, 7 là mùa mưa chính, thông thường mưa nhiều sẽ làm giảm nhiều sa lắng clorua trong không khí. Vì thế, tháng 5, 6, 7 tốc độ sa lắng clorua trong kho cao hơn ngoài trời.

Tốc độ sa lắng clorua ở khu vực ngoài trời cao ở đầu năm, giảm dần tới tháng 5 và đạt ổn định, nguyên nhân có thể là hướng gió ở khu vực này đầu năm chủ yếu là hướng Đông nên hơi muối được xâm nhập sâu hơn, tháng 5 trở đi hướng gió chủ yếu là hướng Tây và Tây Nam nên tốc độ sa lắng clorua giảm đi.

3.1.2. Tốc độ sa lắng SO_2

Bảng 2. Tốc độ sa lắng SO_2 tại đơn vị X ở Phan Thiết.

TT	Thời điểm	$[SO_2]$ trong kho (mg/m^2 .ngày)	Phân mức	$[SO_2]$ ngoài trời (mg/m^2 .ngày)	Phân mức
1	Tháng 1,2,3	6,91	P ₁	7,90	P ₁
2	Tháng 4	17,78	P ₁	11,85	P ₁
3	Tháng 5	20,74	P ₁	41,48	P ₂
4	Tháng 6	15,24	P ₁	-	P ₀
5	Tháng 7	24,89	P ₁	-	P ₀
	Trung bình	17,11	P ₁	12,24	P ₁

Theo kết quả từ bảng 2 nhận thấy tốc độ sa lắng SO_2 khá cao, trung bình đạt 17,11 mg/m^2 .ngày đêm ở trong kho và 12,24 mg/m^2 .ngày đêm ở ngoài trời. Giá trị này cao hơn các khu vực trong nghiên cứu của Lê Thị Hồng Liên [10], thấp hơn khu vực Sơn Trà (18,44 mg/m^2 .ngày đêm) trong nghiên cứu của Hà Hữu Sơn [9]. Tốc độ sa lắng SO_2 khá cao có thể do chịu tác động của khí thải từ các phương tiện giao thông đi lại trên tuyến đường phía trước đơn vị. Tuy nhiên, tháng 6 và tháng 7 khu vực ngoài trời không ghi nhận có sa lắng SO_2 , nguyên nhân có thể là lượng mưa trong tháng nhiều, hoạt động của các phương tiện giao thông đi lại trên tuyến đường phía trước đơn vị giảm dần tới sự sụt giảm tốc độ sa lắng SO_2 trong khí quyển.

Tốc độ sa lắng SO_2 trong kho tháng 4 cao hơn ngoài kho. Điều này có thể giải thích: trong tháng trong kho có một số hoạt động của các phương tiện khi giao nhận hàng hóa, khí thải từ các phương tiện này đã ảnh hưởng, làm gia tăng tốc độ sa lắng SO_2 trong tháng.

3.1.3 Nhiệt độ và độ ẩm

Dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm được cập nhật liên tục 10 phút 1 lần bằng máy Horiba EC220-K. Tuy nhiên, do ảnh hưởng dịch Covid-19 nên tháng 3 không thu được dữ liệu. Dựa vào bảng 3 nhận thấy nhiệt độ trong kho được duy trì khá cao và ổn định, nhiệt độ ngoài trời có sự chênh lệch nhiều giữa ban ngày và ban đêm. Độ ẩm trong kho khá ổn định và ở mức thấp cho nên thời gian lưu ẩm TOW (nhiệt độ > 0 °C, độ ẩm > 80%) trong kho rất thấp, 6 tháng đầu năm chỉ có 17,33 giờ. Ngược lại, độ ẩm ngoài trời rất lớn, nhất là tháng 4 trở đi khi Phan Thiết bước vào mùa mưa, TOW 6 tháng đầu năm đạt 2025,48 giờ. Giả sử 6 tháng cuối năm thời gian lưu ẩm tương đồng 6 tháng đầu năm thì TOW trong kho đạt 36 giờ/năm thuộc phân loại T2 ($10 < TOW \leq 250$), TOW ngoài trời là 4285 giờ/năm thuộc phân loại T4 ($2500 < TOW \leq 5500$) và kết quả này khá tương đồng nếu tính theo công thức dựa vào nhiệt độ và độ ẩm của tác giả Lê Thị Hồng Liên thì TOW ngoài trời là 4528 giờ/năm [10].

Theo ISO 9223 có thể dựa vào thông số môi trường để phân loại mức độ ăn mòn kim loại như bảng 4. Theo đó, với tốc độ sa lắng clo ở mức S1, tốc độ sa lắng SO_2 ở mức P1, thời gian lưu ẩm T2 thì ăn mòn kim loại của thép, kẽm, nhôm, đồng khu vực trong kho đều ở mức rất thấp C1. Khu vực ngoài trời với tốc độ sa lắng clo ở mức S1, tốc độ sa lắng SO_2 ở mức P1, thời gian lưu ẩm T4 thì ăn mòn kim loại của thép, kẽm, nhôm, đồng khu vực ngoài trời đều ở mức trung bình C3.

Bảng 3. Nhiệt độ, độ ẩm và thời gian lưu ẩm tại đơn vị X ở Phan Thiết.

Vị trí	Tháng	Nhiệt độ thấp nhất (°C)	Nhiệt độ trung bình (°C)	Nhiệt độ cao nhất (°C)	Độ ẩm thấp nhất (%)	Độ ẩm trung bình (%)	Độ ẩm cao nhất (%)	Thời gian lưu ẩm TOW (giờ)
Trong kho	1	26,60	30,66	36,70	42,20	54,19	65,10	0,00
	2	28,20	31,45	34,40	45,70	57,19	66,10	0,00
	4	26,30	32,45	36,50	45,70	60,36	87,00	0,83
	5	27,10	32,03	33,61	53,00	66,72	81,20	7,16
	6	26,30	32,36	36,50	49,00	64,04	81,10	1,67
	7	26,70	31,25	36,00	54,90	67,27	82,00	7,67
Ngoài trời	1	20,00	27,73	36,80	31,70	69,16	96,50	198,66
	2	28,20	31,45	34,40	42,70	72,51	93,10	177,16
	4	23,00	28,88	38,10	38,00	78,52	99,99	331,16
	5	23,80	29,03	40,20	42,20	84,76	99,99	420,83
	6	22,50	29,35	42,00	38,60	81,34	99,99	582,00
	7	23,20	28,35	39,00	46,60	85,87	99,99	315,67

Bảng 4. Phân loại mức độ ăn mòn kim loại dựa trên các thông số môi trường theo ISO 9223.

TOW = T ₁					TOW = T ₂					TOW = T ₃				
Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/ Kẽm	Nhôm	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/ Kẽm	Nhôm	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/ Kẽm	Nhôm
S ₀ S ₁	P ₁	C ₁	C ₁	C ₁	S ₀ S ₁	P ₁	C ₁	C ₁	C ₁	S ₀ S ₁	P ₁	C ₂₋₃	C ₃	C ₃
..	P ₂	C ₁	C ₁	C ₁	..	P ₂	C ₁₋₂	C ₁₋₂	C ₁₋₂	..	P ₂	C ₃₋₄	C ₃	C ₃
..	P ₃	C ₁₋₂	C ₁	C ₁	..	P ₃	C ₂	C ₂	C ₃₋₄	..	P ₃	C ₄	C ₃	C ₃₋₄
S ₂	P ₁	C ₁	C ₁	C ₂	S ₂	P ₁	C ₂	C ₁₋₂	C ₂₋₃	S ₂	P ₁	C ₃₋₄	C ₃	C ₃₋₄
..	P ₂	C ₁	C ₁	C ₂	..	P ₂	C ₂₋₃	C ₂	C ₃₋₄	..	P ₂	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
..	P ₃	C ₁₋₂	C ₁₋₂	C ₂₋₃	..	P ₃	C ₃	C ₃	C ₄	..	P ₃	C ₄₋₅	C ₃₋₄	C ₄₋₅
S ₃	P ₁	C ₁₋₂	C ₁	C ₂	S ₃	P ₁	C ₃₋₄	C ₃	C ₄	S ₃	P ₁	C ₄	C ₃₋₄	C ₄
..	P ₂	C ₁₋₂	C ₁₋₂	C ₂₋₃	..	P ₂	C ₃₋₄	C ₃	C ₄	..	P ₂	C ₄₋₅	C ₄	C ₄₋₅
..	P ₃	C ₂	C ₂	C ₃	..	P ₃	C ₄	C ₃₋₄	C ₄	..	P ₃	C ₅	C ₄	C ₅

TOW = T ₄					TOW = T ₅				
Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/ Kẽm	Nhôm	Cl ⁻	SO ₂	Thép	Đồng/ Kẽm	Nhôm
S ₀ /S ₁	P ₁	C ₃	C ₃	C ₃	S ₀ /S ₁	P ₁	C ₃₋₄	C ₃₋₄	C ₄
..	P ₂	C ₄	C ₃₋₄	C ₃₋₄	..	P ₂	C ₄₋₅	C ₄₋₅	C ₄₋₅
..	P ₃	C ₅	C ₄₋₅	C ₄₋₅	..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅
S ₂	P ₁	C ₄	C ₄	C ₃₋₄	S ₂	P ₁	C ₅	C ₅	C ₅
..	P ₂	C ₄	C ₄	C ₄	..	P ₂	C ₅	C ₅	C ₅
..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅	..	P ₃	C ₅	C ₅	C ₅
S ₃	P ₁	C ₅	C ₅	C ₅	S ₃	P ₁	C ₅	C ₅	C ₅

3.2. Phân loại ăn mòn theo tốc độ ăn mòn kim loại

Để đánh giá chính xác tốc độ ăn mòn, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu tốc độ ăn mòn các kim loại kết cấu cơ bản theo ISO 9226:2012. Các đối tượng được nghiên cứu là các tấm kim loại kích thước 100 x 150 x 1 mm được làm từ: thép Q235, Kẽm: hàm lượng ≥ 98,5%, Đồng: hàm

lượng $\geq 99,5\%$, Nhôm: hàm lượng $\geq 99,5\%$. Phương pháp phơi mẫu theo tiêu chuẩn ISO 8565:2011, phương pháp xử lý mẫu sau khi phơi theo Tiêu chuẩn 8407:2009. Bảng 5 trình bày kết quả thu được sau 7 tháng phơi mẫu.

Bảng 5. Tốc độ ăn mòn các kim loại tại đơn vị X ở Phan Thiết.

Địa điểm	Thép		Kẽm		Nhôm		Đồng	
	g/ m ² .năm ($\mu\text{m}/$ năm)	Phân loại	g/ m ² .năm ($\mu\text{m}/$ năm)	Phân loại	g/ m ² .năm ($\mu\text{m}/$ năm)	Phân loại	g/ m ² .năm ($\mu\text{m}/$ năm)	Phân loại
Trong kho	61,70/ (8,03)	C ₂	1,14/ (0,15)	C ₂	1,38/ (0,50)	C ₃	0,94/ (0,10)	C ₂
Ngoài trời	324,18/ (42,82)	C ₃	12,65/ (1,76)	C ₃	2,89/ (1,06)	C ₄	29,32/ (3,31)	C ₅

Bảng 5 cho thấy, tốc độ ăn mòn khu vực trong kho thấp hơn nhiều so với khu vực ngoài trời. Từ kết quả tốc độ sa lắng clorua, sa lắng SO₂, thời gian lưu ẩm cho thấy không khí trong kho tương đối sạch và khô, đây là môi trường hạn chế tốc độ ăn mòn kim loại trong khí quyển. Đối với khu vực ngoài trời tốc độ ăn mòn thép, kẽm được phân loại vào mức trung bình C₃, ăn mòn nhôm là cao C₄ và đồng là rất cao C₅. Như vậy, so với phương pháp đánh giá ăn mòn dựa trên thông số môi trường ISO 9223, phân loại ăn mòn của thép và kẽm là giống nhau, đều ở mức C₃, nhưng mức độ ăn mòn của nhôm và đồng cao hơn. Điều này cho thấy, ISO 9223 còn có những hạn chế khi chỉ đề cập đến những yếu tố nhiễm bẩn chính là ion Cl⁻ và SO₂ mà không có sự tham gia của các yếu tố nhiễm bẩn khác (NO_x, mưa axit,...) cũng như lượng mưa, bức xạ mặt trời, đặc biệt nơi có khí hậu nhiệt đới dẫn tới vượt thang tốc độ ăn mòn trong ISO 9223.

So sánh với các khu vực ven biển khác trong các nghiên cứu trước cho thấy kết quả phân loại ăn mòn tương đồng với Đồ Sơn, Nha Trang [10], nhưng thấp hơn Sơn Trà [9].

4. KẾT LUẬN

Tốc độ sa lắng clorua trong không khí tại đơn vị X là không đáng kể, sa lắng SO₂ cao hơn các khu vực khác trong các nghiên cứu trước đó nhưng vẫn thuộc phân loại P1 không khí sạch. Thời gian lưu ẩm có sự khác biệt lớn ở trong kho và khu vực ngoài trời. Ở trong kho, độ ẩm không khí tương đối thấp dẫn tới TOW rất thấp. Ở khu vực ngoài trời, TOW cao nhất là các tháng mùa mưa.

Dựa theo ISO 9223:2012, khí quyển tại đơn vị X đóng quân tại Phan Thiết được phân loại S1 về mặt sa lắng clorua, P1 về sa lắng SO₂, T4 về thời gian lưu ẩm.

Tốc độ ăn mòn ở trong kho ở mức độ thấp, tuy nhiên tốc độ ăn mòn khu vực ngoài trời mức độ trung bình C₃ đối với thép, kẽm, mức độ cao C₄ đối với nhôm và rất cao C₅ đối với đồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Christofer Leygraf, Thomas Graedel, "Atmospheric corrosion". A John Wiley and Sons, Inc. Publication, (2000).
- [2]. Karpov V.A và các đồng nghiệp, "Xác định tình ăn mòn khí quyển tại các trạm thử nghiệm khí hậu của Trung tâm Nhiệt đới Việt – Nga", Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, số 3, 6-2013: 77-83, (2013).
- [3]. Bùi Bá Xuân và các đồng nghiệp, "Ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới biển đến trang thiết bị mới của Hải quân nhập khẩu từ Liên Bang Nga", Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, số 9, 12-2015: 95-102, (2015).
- [4]. Đồng Phạm Khôi và các đồng nghiệp, "Một số kết quả nhiệt đới hóa tổ hợp tên lửa phòng không Petrorra C-125-2TM của QC PK-KQ", Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, số 20, 6-2020: 85-91, (2020).

- [5]. International Standard ISO 9225:1992: Corrosion of metals and alloys. Corrosivity of atmospheres methods of measurement of pollution, (1992).
- [6]. International Standard ISO 9226:1992: Corrosion of metals and alloys. Corrosivity of atmospheres. Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity, (1992).
- [7]. International Standard ISO 8565:2011: Metals and Alloys – Atmospheric Corrosion Test – General Requirements for Field Test, (2011).
- [8]. International Standard ISO 8407:2009: Metals and Alloys – Procedure for removal of corrosion products from corrosion test specimens, (2009).
- [9]. Hà Hữu Sơn và các đồng nghiệp, “Xác định tính ăn mòn khí quyển tại một số vùng miền ở Việt Nam”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, số 6, 3-2014: 73-81, (2014).
- [10]. Lê Thị Hồng Liên, “Ăn mòn và phá hủy vật liệu kim loại trong môi trường khí quyển nhiệt đới Việt Nam”. Tạp chí Khoa học và Công nghệ 50 (6): 695-823, (2012).

ABSTRACT

Investigation of environment parameters and metal corrosion rate n atmospheric environment at Phan Thiet

The paper presented the results of determining the deposition rate of chloride and sulfur dioxide, the parameters of temperature, humidity and corrosion rate of carbon, copper, aluminum, zinc in the outside area and in the warehouse at X unit where was stationed in the area of Phan Thiet. The results showed that the deposition rate of chloride and sulfur dioxide in outdoor and warehouse areas are quite low. However, the time of wetness in the two locations is significant difference, and the metal corrosion rate also had many differences. On the basis of the obtained data, it was possible to classify the atmospheric corrosion activity of Phan Thiet according to ISO 9223:2012. According to this Standard, the atmospheric environment of Phan Thiet in the outdoor area was classified into group S1 for chlorine deposition, group P1 for sulfur dioxide deposition, and group T4 for time of wetness. According to Standard 9226: 2012 classification of group C3 for steel corrosion rate, group C5 for copper corrosion rate, group C4 for aluminum corrosion rate, group C3 for zinc corrosion rate.

Keywords: Deposition rate of chloride; Deposition rate of sulfur dioxide; Time of wetness; Atmospheric corrosion.